

## Metode pengujian indeks pengembangan tanah



© BSN 2012

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin, menggandakan dan mengumumkan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN  
Gd. Mangala Wanabakti  
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.  
Telp. +6221-5747043  
Fax. +6221-5747045  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta



## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI .....	i
1. Ruang Lingkup .....	1
2. Acuan .....	1
3. Pengertian .....	1
4. Ringkasan Pengujian .....	2
5. Kegunaan .....	2
6. Peralatan .....	2
7. Penyiapan Contoh Uji .....	4
8. Penyiapan Benda Uji .....	4
9. Prosedur .....	6
10. Perhitungan dan Laporan .....	6
11. Ketelitian dan Penyimpangan .....	7
Lampiran A : Daftar Nama dan Lembaga .....	8





## 1. Ruang Lingkup

- 1.1 Metode pengujian ini menetapkan suatu indeks potensi pengembangan tanah yang dipadatkan apabila digenangi dengan air suling.
- 1.2 Metode uji ini mengontrol variabel-variabel yang mempengaruhi sifat-sifat pengembangan tanah dan masih merupakan pengujian yang relatif sederhana untuk penerapan teknis yang praktis.
- 1.3 Besaran dalam standar ini dinyatakan dalam satuan SI, besaran yang dinyatakan dalam satuan inch-pound adalah suatu pendekatan.
- 1.4 Standar ini mencakup material berbahaya, pengoperasian dan peralatan. Tetapi tidak mengatur semua masalah keamanan yang berkaitan dengan penggunaannya. Pengguna standar mempunyai tanggung jawab dalam menentukan keamanan dan keselamatan yang memadai dan menentukan batas-batas aturan yang dapat diterapkan sebelum menggunakannya.

## 2. Acuan

### 2.1 Standar ASTM:

- D 653 *Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids.*  
 D 3877 *Test Method for One-Dimensional Expansion, Shrinkage, and Uplift Pressure of Soil-Lime Mixtures.*  
 D 4753 *Specification for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Scales for Use in Soil and Rock Testing.*  
 D 4829 *Standard Test Method for Expansion Index of Soils.*  
 E 11 *Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes.*

### 2.2 SNI :

- SNI 03-1742-1989 Metode Pengujian Kepadatan Ringan untuk Tanah.  
 SNI 03-1964-1990 Metode Pengujian Berat Jenis Tanah.  
 SNI 03-1965-1990 Metode Pengujian Kadar Air Tanah.  
 SNI 03-1966-1990 Metode Pengujian Batas Plastis Tanah.  
 SNI 03-1967-1990 Metode Pengujian Batas Cair Tanah Dengan Cassagrande  
 SNI 03-2812-1992 Metode Pengujian Konsolidasi Tanah Satu Dimensi.

## 3. Pengertian

Istilah pada standar ini mengacu pada ASTM D 653.

Istilah tambahan adalah sebagai berikut :

- 3.1 Indeks pengembangan EI adalah perbedaan antara tinggi awal dan tinggi akhir benda uji dibagi dengan tinggi awal dikalikan 1000.
- 3.1 Bobot indeks pengembangan  $EI_w$ , untuk tanah tidak seragam, ditentukan dengan mengalikan indeks pengembangan untuk setiap interval kedalaman dengan faktor bobot yang diberikan pada tabel berikut dan menjumlahkan hasilnya :

Kedalaman (m)	(ft)	Faktor bobot
0,0 - 0,3	(0-1)	0,4
0,3 - 0,6	(1-2)	0,3
0,6 - 0,9	(2-3)	0,2
0,9 - 1,2	(3-4)	0,1
lebih dalam 1,2	(> 4)	0,00



#### 4 Ringkasan Pengujian

Benda uji dipadatkan pada cincin logam sehingga derajat kejenuhan berada diantara 40 % dan 60 %, kemudian ditempatkan di dalam konsolidometer. Selanjutnya diberikan tekanan vertikal sebesar 6,9 kPa (1 lbf/in<sup>2</sup>) serta digenangi dengan air suling. Deformasi benda uji dicatat selama 24 jam atau sampai laju deformasi kurang dari 0,0005 cm/jam (0,0002 in/jam) mana yang tercapai lebih dahulu. Pencatatan yang diperlukan minimum 3 jam.

#### 5 Kegunaan

- 5.1 Indeks pengembangan, EI digunakan untuk mengukur sifat indeks dasar tanah dan oleh karena itu nilai EI dapat dikaitkan dengan sifat-sifat indeks lain yaitu batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas tanah seperti pada Metode Uji SNI 03-1966-1990 dan SNI 03-1967-1990.
- 5.2 Nilai EI tidak dapat digunakan untuk mengganti kondisi lapangan yang khusus seperti kepadatan tanah, kadar air, pembebanan, susunan tanah di lapangan atau sifat kimia air dalam tanah. Namun demikian, prosedur ini masih tetap menjaga semua kondisi agar terdapat hubungan langsung dengan data kelompok. Masing-masing kelompok dapat menganalisis manfaat dari pengalaman kolektif tersebut.
- 5.3 Klasifikasi potensi pengembangan tanah didasarkan pada tabel berikut :

##### Indeks Pengembangan EI

0 - 20  
21 - 50  
51 - 90  
91 - 130  
> 130

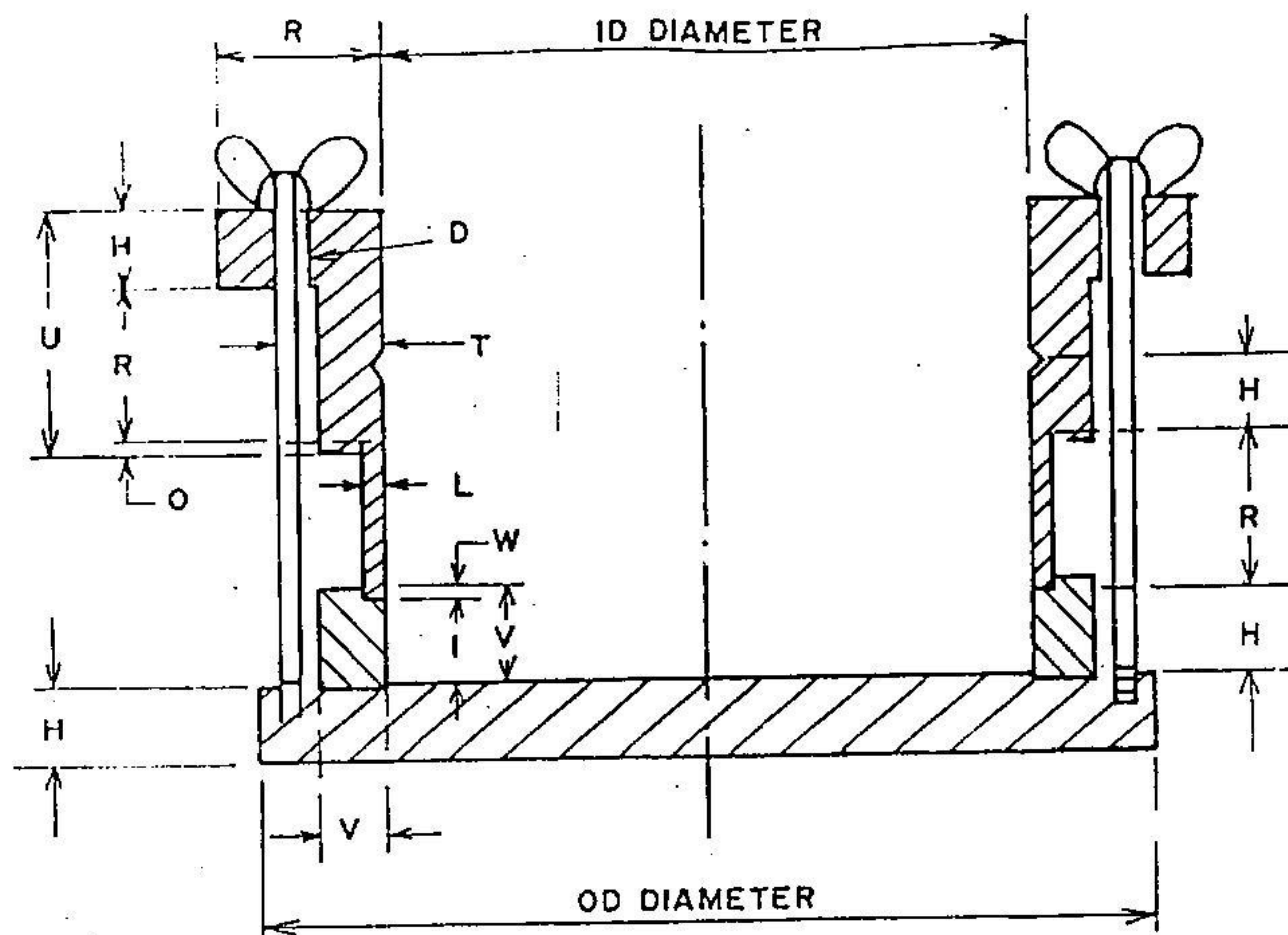
##### Potensi Pengembangan

sangat rendah  
rendah  
menengah  
tinggi  
sangat tinggi

#### 6. Peralatan

- 6.1 Cetakan; harus mempunyai bentuk silinder, terbuat dari logam dan mempunyai kapasitas dan ukuran seperti ditunjukkan pada gambar 1. Cetakan itu mempunyai bagian atas yang dapat dilepas dan diberi tanda 5,08 cm (2,00 in) di atas dasar. Penampang cetakan bagian bawah di desain sebagai tempat kedudukan cincin baja anti karat yang dapat dilepas dengan tinggi 2,54 cm (1 in) , diameter dalam 10,19 cm (4,01 in) dan ketebalan dinding tidak kurang dari 0,31 cm (0,120 in).





Huruf	(mm)	(in)
ID	101,9	4,01
OD	139,7	5 ½
H	12,7	½
D	5,6 lubang	7/32 lubang
U	41,3	1 5/8
T	9,5	3/8
O	3,2	1/8
R	25,4	1
W	11,1	7/16
V	14,3	9/16
L	3,05	0,120

Gambar 1 : Cetakan dengan cincin untuk memadatkan benda uji pada Pengujian Indeks Pengembangan

- 6.2 Penumbuk; terbuat dari logam yang mempunyai diameter 5,08 cm (2,00 in), berat 2,5 kg (5,5 lbf) diberi satuan SI dan bagian ujungnya berbentuk lingkaran dilengkapi dengan pengatur yang cocok untuk mengontrol tinggi jatuh bebas 30,5 cm (12 in) di atas muka tanah. Lihat Metode Uji SNI 03-1742-1989 untuk spesifikasi penumbuk yang sesuai.
- 6.3 Timbangan; timbangan paling sedikit berkapasitas 1000 gram dengan ketelitian 0,1 gram.  
Catatan 1 :  
untuk informasi lebih jauh lihat spesifikasi ASTM D 4753
- 6.4 Oven Pengering; oven pengering yang dikontrol secara termostatik dapat menjaga suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  untuk mengeringkan contoh uji yang lembab atau basah.
- 6.5 Perata; perata baja dengan panjang 30,5 cm (12 in) dan mempunyai satu sisi yang rata.



- 6.6 Ayakan; ayakan 4,75 mm (No.4) sesuai syarat-syarat pada spesifikasi ASTM E 11.
- 6.7 Alat Pencampur; alat pencampur seperti panci pengaduk, sendok, skop, spatula dan sebagainya, atau alat mekanik yang cocok untuk mencampur secara sempurna contoh uji tanah dengan penambahan air.
- 6.8 Alat Pembebanan; konsolidometer atau alat pembebanan seperti yang diuraikan pada metode uji SNI 03-2812-1992 untuk menempatkan dan merendam benda uji, membebani secara vertikal dan mengukur perubahan tinggi benda uji. Cincin konsolidometer harus seperti diuraikan pada 6.1.
- 6.9 Batu Pori; batu pori harus rata dan cukup berbutir halus untuk mengurangi masuknya butiran tanah kedalam batu pori dan harus dapat mengurangi pergerakan palsu yang disebabkan oleh kedudukan benda uji pada permukaan batu pori (catatan 2). Nilainya mungkin cukup berarti, terutama jika penurunan dan tekanan vertikal yang diberikan kecil.  
Catatan 2 : ukuran pori yang sesuai adalah 10  $\mu$ m.
- 6.9.1 Batu pori harus kering udara.
- 6.9.2 Batu pori harus pas pada cincin konsolidometer untuk menghindari pemaksaan. Toleransi batu pori yang sesuai diuraikan pada 6.3 metode uji SNI 03-2812-1992.

## 7. Penyiapan Contoh Uji

### 7.1 Persiapan Pengayakan

Jika contoh tanah dalam keadaan lembab ketika diterima dari lapangan, keringkan sampai menjadi urai. Pengeringan dapat dilakukan diudara bebas atau menggunakan alat pengering, sehingga temperatur contoh tidak melebihi 60 °C. Kemudian pecahkan gumpalan-gumpalan secara hati-hati untuk mencegah pengurangan ukuran alami partikel individual.

Catatan 3 :

jika ukuran partikel lebih besar dari 0,6 cm (0,25 in) mempunyai potensi untuk mengembang, seperti batu lempung, serpih, atau batuan vulkanik lapuk, batuan-batuan tersebut dapat dipecah sehingga lewat ayakan 4,75 mm (No.4) jika ini konsisten dengan penggunaan tanahnya.

### 7.2 Pengayakan

Ayak tanah yang dihancurkan yang mewakili dengan volume secukupnya diatas ayakan 4,75 mm (No.4). Catat persentase material kasar yang tertahan pada ayakan dan pisahkan.

- 7.3 Contoh – Pilih contoh tanah yang mewakili dengan berat massa sekitar 1 kg ( 2 lbf) atau lebih, siapkan seperti disebut pada butir 7.1 dan 7.2.

## 8. Penyiapan Benda Uji

### 8.1 Penyesuaian Kadar Air

Campur dengan seksama contoh uji terpilih yang mewakili dengan air suling secukupnya agar tanah mempunyai kadar air mendekati optimum seperti yang ditentukan menurut metode uji SNI 03-1742-1989. Untuk itu, tidak perlu melakukan pengujian kadar air; perkirakan kadar air tersebut dapat dilakukan berdasarkan pengalaman. Setelah pencampuran, ambil contoh uji bahan yang mewakili untuk penentuan kadar air dan bungkus tanah sisanya dalam wadah rapat kedap udara



sekurang-kurangnya 16 jam. Timbang dalam keadaan basah dengan segera, dan keringkan dalam oven pada temperatur  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$  selama lebih dari 12 jam, atau sesuai menurut metode uji SNI 03-1965-1990, sampai massanya konstan untuk menentukan kadar air. Contoh dalam keadaan basah tersebut harus mempunyai massa paling sedikit 300 gram.

#### 8.2 Pencetakan Benda Uji

Bentuk benda uji dengan memadatkan tanah yang telah diperam dalam cetakan berdiameter 10,19 cm (4,01 in) pada 2 lapisan yang sama untuk mendapatkan kedalaman mendekati 5,1 cm (2 in) dalam keadaan padat. Padatkan tiap lapisan dengan 15 pukulan tersebar merata, dengan menggunakan penumbuk yang mempunyai tinggi jatuh bebas 30,5 cm (12 in) dari atas permukaan contoh tanah bila digunakan penumbuk tipe selongsong, atau dari 30,5 cm di atas permukaan lapisan yang telah terpadatkan bila digunakan penumbuk yang dipasang tetap. Selama pemadatan cetakan ditempatkan pada fondasi yang kuat, seperti fondasi berbentuk beton dengan berat tidak kurang dari 90 kg (200 lbf).

#### 8.3 Perapihan Benda Uji

Setelah pemadatan, lepaskan bagian atas dan bawah cetakan dari cincin dalam dan ratakan dengan hati-hati benda uji di dalam cincin pada bagian atas dan bawah dengan menggunakan pisau perata.

#### 8.4 Penentuan Tinggi Awal

Tentukan tinggi awal benda uji  $H_1$  dengan ketelitian 0,05 cm (0,02 in), sama dengan prosedur pada butir 6.4 metode uji ASTM D 3877 atau anggap sama dengan tinggi ring benda uji

#### 8.5 Kejenuhan

Hitung kadar air dan berat isi kering sesuai dengan butir 6 metode uji SNI 03-1742-1989. Timbang benda uji yang dipadatkan dan tentukan kejenuhannya dalam %. Kejenuhan  $S$  dihitung seperti berikut :

$$S = \frac{wG_s\alpha_d}{G_s\alpha_w - \alpha_d} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- $w$  : adalah kadar air, %
- $G_s$  : adalah berat jenis, tentukan 2,7 kecuali jika berat jenisnya diketahui lebih kecil dari 2,6 atau lebih besar dari 2,8 (lihat catatan 4)
- $\alpha_w$  : adalah berat isi air,  $9,8 \text{ kN/m}^3$  ( $62,4 \text{ lbf/ft}^3$ )
- $\alpha_d$  : adalah berat isi kering,  $\text{kN/m}^3$  ( $\text{lbf/ft}^3$ )

Catatan 4 :

Asumsi nilai berat jenis 2,7 akan menghasilkan kesalahan maksimum 4% dalam perhitungan derajat kejenuhan, asalkan berat jenis sesungguhnya antara 2,6 dan 2,8. Kesalahan maksimum yang berhubungan dalam penghitungan Indeks Pengembangan dari butir 10.1.2 adalah 3. Besarnya kesalahan ini jauh lebih kecil dari sebaran normal yang diperoleh dalam pengujian-pengujian ini seperti ditunjukkan pada butir 11.1. Acui metode uji SNI 03-1964-1990 untuk pengukuran berat jenis di luar rentang yang telah diberikan.



### 8.6 Penyesuaian Kadar Air

Sesuaikan kadar air untuk mencapai derajat kejenuhan  $50 \pm 1$  %. Jika derajat kejenuhan tidak terletak antara 49 dan 51 %, ambil tanah dari cetakan dan sesuaikan kadar air dengan menambahkan air atau mengeringkan di udara terbuka. Ulangi langkah 8.2, 8.3, 8.4 dan 8.5 sampai derajat kejenuhan benda uji terpadatkan terletak antara 49 dan 51 %.

Catatan 5 :

Sebagai alternatif, indeks pengembangan pada kejenuhan 50 % dapat dihitung dari indeks terukur  $EI_{ukur}$  dari pengujian tunggal pada kejenuhan antara 40 dan 60% seperti butir 10.1.2.

## 9. Prosedur

- 9.1 Tempatkan benda uji yang telah dipadatkan dalam cincin berdiameter 10,19 cm (4,01 in) pada konsolidometer atau alat pembebanan ekuivalen lainnya, dengan batu pori kering udara yang diletakkan pada bagian atas dan bawahnya. Tempatkan beban pada benda uji yang mempunyai tekanan total 6,9 kPa (1 lbf/in<sup>2</sup>) termasuk berat piringan porous pada bagian atas dan berat tambahan dari bagian mesin pembebanan. Biarkan benda uji memampat pada tekanan ini selama 10 menit, setelah itu lakukan pembacaan awal  $D_1$  pada jarum pengukur konsolidasi dengan ketelitian 0,003 cm (0,001 in).
- 9.2 Genangi benda uji dengan air suling, lakukan pembacaan pada jarum pengukur secara periodik selama 24 jam atau sampai laju pengembangan kurang dari 0,0005 cm/jam (0,0002 in/jam). Akan tetapi, jika tidak ada masalah pengembangan, benda uji harus digenangi dan pembacaan dilakukan kurang dari 3 jam.
- 9.3 Pindahkan benda uji dari mesin pembebanan setelah pembacaan akhir  $D_2$  dan tentukan perubahan tinggi  $\Delta H$  yaitu perbedaan antara pembacaan awal dan akhir dari jarum pengukur. Tentukan massa benda uji dengan ketelitian 0,1 gram.

## 10. Perhitungan dan Laporan

### 10.1 Hitung Indeks Pengembangan $Ei$ seperti berikut :

$$EI_{ukur} = \frac{\Delta H}{H_1} \times 1000 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

$\Delta H$  : adalah perubahan tinggi,  $D_2 - D_1$  (cm)

$H_1$  : adalah tinggi awal (cm)

$D_1$  : adalah pembacaan jarum pengukur awal (cm)

$D_2$  : adalah pembacaan jarum pengukur akhir (cm)

- 10.1.1 Laporkan  $Ei$  dengan angka pembulatan terdekat. Jika tinggi awal benda uji lebih besar dari tinggi akhir, laporkan indeks pengembangannya nol. Kadar air saat benda uji dibuat, kadar air akhir, dan kepadatan kering awal dari benda uji harus disertakan pada penyampaian hasil lengkap indeks pengembangan.

- 10.1.2 Jika derajat kejenuhan  $S$  berada dalam rentang 40 sampai 60%, indeks pengembangan pada kejenuhan 50% dapat dihitung dari:



$$EI_{50} = EI_{ukur} - (50 - S_{ukur}) \frac{65 + EI_{ukur}}{220 - S_{ukur}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

$EI_{ukur}$  : adalah indeks pengembangan terukur sesuai dengan derajat kejenuhannya.

$S_{ukur}$  : adalah derajat kejenuhan ditentukan oleh pengujian

$EI_{50}$  : adalah perkiraan indeks pengembangan (EI)

Penyebaran data uji menutupi kesalahan maksimum 1 % yang mungkin termasuk dalam hitungan di atas.

- 10.2 Laporan harus menunjukkan, kalau EI ditentukan dari butir 10.1 dengan menyesuaikan kadar air untuk mencapai derajat kejenuhan  $50 \pm 1$  % atau dihitung dari 10.1.2 menggunakan  $EI_{ukur}$  untuk  $S_{ukur}$  untuk kejenuhan dalam rentang 40 sampai 60 %.

## 11. Ketelitian dan Penyimpangan

- 11.1 Hasil uji indeks pengembangan yang dilaksanakan pada 3 contoh uji tanah yang berbeda yang dilakukan oleh 14 instansi rekayasa geoteknik yang berbeda menunjukkan bahwa 68 % EI berada dalam 62 sampai 90, 59 sampai 95 dan 45 sampai 67. Nilai rata-rata dan standar deviasi dari EI berturut-turut yaitu  $76 \pm 14$ ;  $77 \pm 18$  dan  $56 \pm 11$ . Pengembangan bebas (volume pengembangan dari  $10 \text{ cm}^3$  tanah kering lewat ayakan No.4 yang dituangkan kedalam  $100 \text{ cm}^3$  gelas ukur yang diisi air suling setelah mengendap pada dasar ) dari tanah tersebut berturut-turut 94, 60 dan 80 %.
- 11.2 Indeks Pengembangan telah ditentukan untuk memperoleh rentang yang lebih besar dan sensitivitas potensi pengembangan yang lebih baik dari indikator-indikator lain termasuk batas cair, batas plastis, batas susut, persentase lempung, dan pengembangan bebas.



## Lampiran A

## Daftar Nama dan Lembaga

- 1) Pemrakarsa  
Pusat Litbang Pengairan, Badan Litbang PU
- 2) Penyusun

NAMA	LEMBAGA
Djoko Mudjihardjo, ME.	Pusat Litbang Pengairan

## 3) Panitia Tetap STANDARDISASI

JABATAN	EX-OFFICIO	N A M A
Ketua	Kepala Badan Litbang PU	Ir. J. Hendro Moeljono
Sekretaris	Sekretaris Badan Litbang PU	Ir. M. Anas Aly
Anggota	Direktur Bintek, Ditjen Pengairan	Ir. Marbuarar Napitupulu, Dipl.HE.
Anggota	Direktur Bintek, Ditjen Bina Marga	Dr.Ir. Patana Rantetoding, M.Eng.Sc
Anggota	Direktur Bintek, Ditjen Cipta Karya	Ir. Aim Abdurachim Idris, M.Sc
Anggota	Kepala Pusat Litbang Jalan	Ir. Frankie Tayu
Anggota	Kepala Pusat Litbang Pengairan	Dr.Ir. Badruddin Mahbub
Anggota	Kepala Pusat Litbang Pemukiman	Ir. Soepardiono Sobirin
Anggota	Kepala Biro Bina Sarana Perusahaan	Drs. Moh. Charis
Anggota	Kepala Biro Hukum	Wibisono Setio Wibowo, M.Sc

















**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3,4,7,10  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.go.id](mailto:bsn@bsn.go.id)